La Fotografía con los rayos X y sus aplicaciones à la Medicina

5.

por el

Dr. Eduardo Moore

en colaboración con el

Dr. Eduardo Sepúlveda,

informe pedido por S. Ex. el sr. Ministro de Chile
en Berlin.



BERLIN 1896.



Señor Ministro:

Hemos recibido la nota fechada el 19 de febrero del presente año, en la que Su Señoria nos hace saber que esa Legación impuesta de la importancia del descubrimiento del Profesor Röntgen, — la Fotografía con rayos invisibles — desea informar al Supremo Gobierno sobre esa importante materia. Además nos hizo presente V. S., verbalmente que su propósito era dar à conocer las aplicaciones de este procedimiento à las ciencias médicas.

Desde ese instante nos hemos puesto al corriente del asunto, estudiando las diversas publicaciones que han visto la luz en Alemania y en el estrangero, asistiendo à las esperiencias hechas en enfermos o de caracter científico esclusivamente. Este informe se presenta antes que la ciencia se haya pronunciado definitivamente sobre la exacta significación de los rayos invisibles, y cuando la Medicina empieza à recoger los frutos del nuevo método de investigación; pero si lo entregamos en plena evolución nos asiste la convicción que encierra aquellas ideas ya aceptadas por las escuelas, ò que cuentan el mayor número de ilustres sostenedores.

En noviembre del año 95 presentaba el profesor Konrad Röntgen sus observaciones à la sociedad científica de Würsburg y las conclusiones de sus experimentos en un folleto titulado „Eine neue Art von Strahlen“ que hemos tenido constantemente presente en este trabajo.

La Academia de Ciencias de Paris, ha sido el gran centro científico que ha recogido con mayor entusiasmo el estudio de la cuestion, llegando sus sabios cooperadores a

resultados inesperados, à nuevos descubrimentos, y por fin a dar pruebas indestructibles sobre el origen de los rayos X. Asi pues hemos debido consultar „Les Comptes Rendus de l'Academie de Science“.

Entre los otras publicaciones de carácter técnico que nos han servido debemos citar:

Spies, Paul. — Ueber Röntgen'schen Strahlen, escrito por el físico del Teatro científico „Urania“ el cual ha vulgarizado la ciencia de la fotografía con los rayos X de una manera admirable en las numerosas representaciones prácticas dadas semanalmente.

Morwitz, J. — Die Photographie mit Röntgen'schen Strahlen.

Wunschmann. — Die Röntgen'schen X-Strahlen.

Mewes, R. — Licht-, Elektricitäts- und X-Strahlen.

Santini. — La Photographie à travers les corps opaques par les Rayons Electriques, cathodiques et de Röntgen.

Müller. — Röntgens X-Strahlen.

Warburg. — Lehrbuch der Experimentalphysik für Studirende.

Las obras médicas publicadas al respecto no son numerosas; pero los trabajos científicos de carácter profesional pueden encontrarse en las siguientes fuentes que nos han dado los mejores datos.

Veröffentlichungen aus dem Gebiete des Militär-Sanitätswesens, informe publicado por orden del ministro de la Guerra Prusiano.

Deutsche medicinische Wochenschrift; Berliner klinische Wochenschrift; Münchener medicinische Wochenschrift; Wiener medicinische Wochenschrift; Wiener medicinische Presse.

La Semaine medicale; Révue Éncyclopedique; Gazette hebdomadaire; Le Progrès medical.

The American Journal of Medical Sciences; The Lancet; The British medical Journal.

Giornale Medico del Regio Esercito.

Y una serie de pequeños artículos diseminados en la prensa política.

1. — El descubrimiento del Profesor de la Universidad de Würsburg consiste en haber conseguido fotografiar los huesos de la mano en el vivo.

Estudiaba, el ilustre físico, los rayos de luz de origen eléctrico y su acción sobre los cuerpos sólidos, es decir, la propiedad ya conocida de Hertz y de Lenard, de atravesar hojas de metal, trozos de madera, y necesitando sostener con una mano un objeto, al travez del cual deberian penetrar los rayos, observò que su mano arrojaba una sombra especial sobre la pantalla interpuesta para recibirlos.[1]) La parte de la sombra correspondiente à las partes blandas era clara, transparente, es decir una penumbra mientras que la que correspondia a los huesos era oscura profunda, siluetas de hueso con lineas perfectamente claras y distintas. La casualidad, pues, abria de un solo golpe à la Medicina, un elemento nuevo de diagnóstico que iba a permitir esplorar regiones del organismos que jamás se habian dejado observar, y sin tener necesidad de recurrir à la mutilación ò la abertura con el bisturí.

2. — Para mejor comprensión de nuestro trabajo, conviene recordar que el Color de la luz del sol ò de una lámpara eléctrica, es el resultado de la reunión de 7 colores, ò rayos visibles y de otros invisibles de los cuales solo conocemos algunos por sus efectos, los que podemos convertir en visibles por medio de una pantalla fluorescente.

Ciertas sustancias brillan en la oscuridad con un color igual à los efluvios del fósforo, y se denominan fosforescentes. La fosforescencia, lo veremos mas adelante, es una condensación de luz; los cuerpos que poseen esta propriedad absorven la luz constantemente, y la emiten en igual cantidad pero de una manera permanente; no brillan de dia. La

---

[1]) Esta pantalla se hace con papel secante blanco barnizado por un lado con un liquido de mucilago de goma. Antes de secarse la goma se le espolvorea polvos finamente pulverizados de cianuro de bario y de platino. Esta sustancia tiene la propriedad de fluorescer, (brillar como espato fluor) à la luz.

fluorescencia es una fosforescencia pasagera, el cuerpo brilla cuando recibe luz, brilla de dia: cuando cesa la causa no da resplandores. Las sustancias que condensan pasageramente, es decir los cuerpos fluorescentes, pueden manifestar esta propriedad no solo por la luz, sino tambien por cierta oscuridad, o mas propriamente por ciertos rayos de luz invisibles para nuestra retina, como son los rayos ultra-rojos, ultra - violeta y sobre todo por los rayos X de Röntgen, llamados asi para no prejuzgar nada: X quiere decir incógnita.

La luz se propaga tomando la dirección de una linea recta, pero describiendo ondas muy pequeñas como aquellas que observamos cuando se arroja una piedra al agua. Si la luz choca en su camino con un cuerpo pulido, retrocede una parte, es decir se refleja; otra parte se absorve, y por fin otra porción se difunde en los alrededores, alumbrando. La porción reflejada sigue una ley matemática: el rayo de luz que viene del foco luminoso (rayo incidente), forma un àngulo con una linea imaginaria perpendicular à la superficie del espejo; por el lado opuesto, esta linea forma otro ángulo con el rayo reflejado: estos dos àngulos son iguales.

Si el cuerpo que recibe la luz no es pulido, ò si lo es, no refleja la luz, entonces ésta se comporta de otra manera: ò bien el cuerpo no permite la propagación de la luz en el interior, es decir, absorve la luz; llamamos à este, cuerpo opaco; ò bien se propaga una parte y otra es absorvida; llamamos al cuerpo translúcido, como la porcelana; ò en fin los rayos no son detenidos, atraviesan los cuerpo como vidrio, el agua en pequeñas profundidades o enteramento como en el aire, estos con cuerpos transparentes, y el último es incoloro.

Cuando se introduce una varilla recta al agua, la vemos quebrada o refractada.

Esta refracción, de los rayos que salen de un medio mas denso à uno menos denso (el aire), ò vice-versa es una propiedad de mucho valor para el estudio de la luz. En efecto, si hacemos pasar un rayo de luz al travez de un prisma de cristal, y recibimos del otro lado la luz vemos

que está compuesta de 7 colores, los que han sido puesto en evidencia porque cada uno de ellos tiene diferente refrangibilidad; asi mientras el violeta se quiebra al màximum, la refracción disminuye màs y más en el índigo, azul, verde, amarillo, anaranjado y llega al rojo que es el menos refrangible. Este procedimiento nos da la prueba evidente sobre la composición visible de la luz; el orden, de los colòres, recibidos sobre una pantalla, se conserva siempre el mismo. El arco iris no es otra cosa que la descomposición de la luz solar al atravesar los vesículas líquidas de las nubes, projectada sobre otra nube situada delante del observador. La refracción se verifica, pues, cuando pasa el rayo de un medio, a otro mas denso, y se quiebra aproximándose à la perpendicular; y vice-versa, un rayo que pasa de un medio mas denso à otro menos denso se quiebra alejándose de la normal ó linea perpendicular al medio. Los rayos menos refrangibles rojo, anaranjado y amarillo son los que producen el calor; los verde y azul son los que dan la luz, y los índigo y violeta, los que poseen la acción química mas enérgica.

Cuando se coloca una pantalla de cianuro de bario y de platino mas allá del violeta, brilla con cierta energía, revelando asi la existencia de rayos mas refrangibles aun: son los ultra-violeta, invisibles à nuestra retina por ser tan refrangibles que no alcanzan à penetrar en el ojo. Estos rayos tienen grandes propiedades química eléctricas; no pueden ser confundidos con los X de Röntgen, apesar de su invisibilidad y acción eléctrica porque son muy refrangibles, mientras estos no lo son absolutamente, ni tampoco se reflejan; por fin la admirable propiedad, que poseen los rayos X, de atravesar los cuerpos de cierto espesor, de la misma manera que la luz comun atraviesa al vidrio, no se conoce en los ultra-violeta. En el lado contrario del espectro, es decir fuera del campo del rojo existen otros rayos, los ultra-rojos, que pueden llegar à ser visibles por la pantalla y son muy calorosos; su refracción es muy escasa.

En estos rayos invisibles pues, la pantalla ha transformado los invisibles en visibles.

Los rayos X los estudiaremo mas adelante.

La luz recorre 300 mil kilómetros por segundo, y tarda por consigniente $8^1/_4$ minutos en llegar del Sol à la tierra, verificando vibraciones pequeñísimas, comunicando este movimiento al fluido eter que llena el todo. Las vibraciones son tanto mayores cuanto mas refrangibles sea el rayo; han sido contadas: por ejemplo el rojo, el menos refrangible, cuando se propaga ejecute 435 trillones de vibriaciones por segundo, el violeta cerca del doble de esta cifra.

Existen otros rayos? Es de suponerlo. Al menos el descubrimiento del Profesor Röntgen nos ha enriquecido con el X. Si existen otros, las futuras investigaciones lo dirán, bástenos constatar que cuando nuestro ojo imperfecto nos engaña que estamos en la oscuridad, es cuando estamos rodeados de rayos de propiedades especiales, y que la significación oscuridad no es ausencia de luz, es falta de percepción; y como lo probaremos, en la ausencia mas absoluta de luz visible se desarrollan fenómenos luminosos de gran energía.

3. — Cuando se frota un disco de vidrio con una tela áspera se desarrolla electricidad: esta fuerza se puede guardar y transmitirse, cuando la producimos en gran cantidad, con la ayuda de máquinas especiales. Existen dos clases de electricidad, la una se llama positiva la otra negativa; cuando ámbas se combinan lo hacen con tal intensidad que se desarrollan una série de fenómenos, y entre ellos, el de la chispa eléctrica. La electricidad existe en todos los cuerpos en ese estado pasivo, o de combinación; la frotación, separa la positiva de la negativa. La atracción enérgica que una tiene sobre la otra, determina todos los fenómenos de la electricidad.

El relámpago no es otra cosa que la chispa eléctrica que salta entre una nube cargada con una clase de electricidad y otra nube, o bien entre la primera y la tierra carga das de otra clase de electricidad. El trueno es el ruido producido por esa gigantesca chispa eléctrica.

La electricidad se puede obtener tambien por muchos

otros procedimientos y en especial por la acción química de los ácidos sobre los metales. En todo proceso químico se desarrolla esta fuerza, uno de los cuerpos que ataca toma una de las electricidadas, el atacado la otra. Colocando alambres de cobre en contacto con el cuerpo que se carga de la electricidad negativa, y otro alambre con la otra electricidad se puede conducir esta fuerza a grandes distancias; y esta propagación se realiza porque una busca à la otra para recomponerse.

La electricidad producida de esta manera se demonina galbánica. Los aparatos que producen esta electricidad, son las pilas eléctricas que todos conocemos en la vida doméstica para el servicio de los campanillas eléctricas, asi como se los obserba para el uso de telégrafos y teléfonos. Para el objeto que tratamos es la fuente mas útil a que podemos echar manos. Pero como facilidad, sobre todo para el transporte, es de preferir los aparatos llamados acumuladores en los cuales se almacena la electricidad. Un acumulador comun de la energia de veinte volt es suficiente para nuestro propósito (el valor del aparato es de 100 a 120 marcos).

Cuando se enrolla un hilo de cobre aforrado en seda en un carrete de madera, à la manera como se enrolla el hilo en una carretilla de coser, y se hace pasar una corriente eléctrica, se imanta una barra de hierro dulce colocado en el eje del carrete: Los dos estremos del hilo de cobre estan en comunicación con los polos de la pila. En el estremo de la barra imantada se coloca un martillo de hierro que pueda interrumpir y restablecer la corriente siendo atraido y repulsado alternativamento por el iman.

El carrete asi construido vá embutido en el interior de otro carrete de madera. Este segundo lleva tambien enrollado un alambre finísimo de cobre envuelto en seda y dispuestos en giros muy apretados alrededor del carrete y formando muchas capas. De la longitud de este hilo depende la potencia del aparato: Los mayores conocidos pueden estender el hilo hasta una longitud de 150 Kilómetros. El todo está aislado por un barniz de goma, que permite solo la salida de dos tornillos situados en la parte superior corres-

pondiendo à los dos polos de esté segundo carrete. Los alambres de uno y otro carrete no tienen ninguna comunicación entre sí. Cuando pasa una corriente eléctrica por el primer carrete, se desarrolla también otra corriente de mayor energía en el segundo: esta última se llama corriente de inducción. Este aparato que es el mas importante para la fotografía con rayos invisibles lleva el nombre de bobina de Rumkorff ó carrete de inducción. En la actualidad para obtener buenos rayos de Röntgen, es menester una bobina de veinte centímetros, es decir, que salte una chispa entre sus polos de la longitud de 20 centímetros (el valor de este es de 400 a 500 marcos). Los mayores carretes conocidos dan chispas de 40 centímetros. Es de esperar que entre poco tiempo mas podamos echar manos à carretes de pequeñas dimenciones.

En los gabinetes de física es muy conocido un aparato de vidrio en forma de huevo llamado huevo eléctrico. Cuando se hace pasar una corriente eléctrica por el interior, previa la evacuación completa del aire-con la ayuda de una bomba neumática, no se obserba ningun fenómeno; pero si la corriente atraviesa una bobina de Rumkorff, se observan hermozos efluvios luminosos que se derraman por las paredes internas del huevo à partir de sus polos. Los polos los forman dos botones metálicos situados, uno en un estremo, y el otro en el opuesto à una distancia conveniente; estos botones se continuan con una barra metálica que atraviesa el vidrio, permitiendo adoptarse los polos respectivos de la bobina. Si se deja entrar aire abriendo una llave especial que posee el huevo se ve que el efluvio eléctrico vá cambiándose en luz rojiza hasta llegar à convertirse en chispa eléctrica cuando el aire ha entrado completamente.

Este fenómeno tan curioso se pone mas en evidencia usando los artísticos tubos inventados por el renombrado Geissler fabricante de vidrios en Bonn. Son tubos largos, en un estremo está el anodo ò polo positivo y en el otro estremo el podo negativo ó catodo. La corriente inducida que se deja pasar cuando se ha hecho el vacio mas perfecto, empleando una bomba de mercurio, permite observar que la

luz del catodo es una luz reluciente muy especial en tanto que la del anodo es purpurina; ambas luces no se tocan dejando entre ellas un espacio oscuro. No existe una luz contínua sino un derrame de luz reforzado por ondas sucesivas en relación con las interrupciones del carrete.

Crookes un físico ingles que estudió con brillo la luz del catodo, inventó un tubo especial para producirlo, tubo que lleva su nombre en todos los paises, escepto en Alemania en donde es bautizado con el de Hitorff del nombre del sabio que simultàneamente trabajaba en el mismo sentido. Aquel sabio inglés pudo haber conducido sus trabajos hácia un punto muy avanzado si el mismo no hubiera rodeado à los esperimentos con prematuras conclusiones, en el terreno ya no cientíco sino místico de los espíritus etc., en el cual la física y la medicina no pueden entrar.

El tubo de Crookes es una pera que se la ha cerrado herméticamente despues de hacer el vacio mas riguroso. Por un estremo el vidrio está atravesado por un hilo conductor, soldado al vidrio, y terminado en el interior por un platillo de aluminio mirando al estremo ancho de la pera; por fuera puede conectarse con el polo negativo: este es el Catodo. El anodo está formado por un conductor de platino soldado al vidrio terminado en un anillo que circunda la periferia de la pera en su estremo delgado, un tanto distante del catodo. Con esta disposición los rayos del catodo que se desarrollan en el estremo angosto, son dirigidos el estremo ancho del tubo pasando por el interior del anillo anódico. Si pasamos una corriente inducida vemos derramarse del catodo un efluvio intermitente muy hermozo, verde-amarillento de color fluorescente si es posible espresarse asi —; la luz del anodo es mas dulce, blanquecina con matices variados mas corta. Un ruido especial, como el producido por un líquido en movimiento dentro de una botella, se produce. La luz del catodo juega desde una decena de años un papel de primera importancia en el estudio de la luz en general, importancia aumentada considerablemente desde que Röntgen probó que cuando ella se produce, nacen ciertos rayos invisibles, distintos de la luz catódica y de

todos le demas conocidos, que él por ignorar su verdadero origen los bautizó con el nombre de rayos X.

He aquí como se producen. Si se cubre el tubo de Crookes con un paño negro de muchos dobleses, y hacemos oscuridad en la pieza en que esperimentamos, no se vé ninguna luz que atraviese el paño, apesar de la mayor energía de la corriente eléctrica; pero si delante del paño envolvente colocamos una pantalla de cianuro de bario y platino, ésta fluoresce, es decir, rayos invisibles se han desprendido del tubo de Crookes que tiene luz catódica, han atravesado el paño y vienen ha hacerse visibles.

Si además del paño, interponemos un trozo de madera, ò un libro, ò una hoja de platino, la pantalla siempre fluoresce, ya menos brillante, pues los rayos X han tenido tanto obstáculo para su marcha; pero siempre claramente. El hecho que los rayos X se produzcan cuando se producen los rayos del catodo, hace venir al espíritu la idea que aquellos pueden ser estos modificados por la alta energía de la corriente inducida, o por otra causa. Veremos que ya no es posible sostener esta hipótesis.

Los tubos de Crookes sometidos à una temperatura tan elevada como la desarrollada por los rayos del catodo, y comprimidos por la presión admosférica, concluyen por fundirse lentamente, dejando penetrar aire poco à poco, que entorpece, ò impide la producción de los rayos eléctricos y por tanto los x. El profesor d'Arsonval ha tratado de corregir este inconveniente enfriando los tubos de Crookes: sumerge la punta de la pera en una cápsula de celuloide llena de agua que sirve además de electrodo inferior: el electrodo (o conductor) superior lo constituye cubriendo la parte ancha con una envoltura de cauchú llena de agua, y en sus manos ha obtenido expléndidos resultados.

La casa Newton de Londres ha ideado los tubos - foco, en que el catodo es un espejo cóncavo y el anodo un plano inclinado; aseguran obtener, ó concentrar los rayos produciendo mayor energia de luz invisible.

El verdadero progreso realizado en la construcción de los nuevos tubos es el ideado por el Dr. Wien de Berlin,

es un tubo largo de 20 centímetros, en comunicación con otro tubo mas pequeño abocado en àngulo recto en un estremo.

El pequeño tubo tiene el conductor de aluminio que termina en un platillo libre y oculto del rayo anódico que se desarrolla en el extremo opuesto del tubo mayor: Asi el catodo queda sin influencia del anodo, pues hay una corriente que cree que los rayos X no nacen del catodo o por influencia del catodo sino del anodo ò bajo la influencia del anodo.

Veremos mas adelante que, sean originados por uno o por otro, la verdadera concepción de la formación de los rayos X es otra. El tubo de Wien tiene además en el otro extremo del tubo mayor, es decir debajo del catodo una hoja de aluminio fundida por un lado al vidrio y que viene a recibir el calor de los rayos, y a oponerse que ellos vayan a fundir el vidrio en el punto en que chocan con èl. Estos tubos han sido evacuados del aire con bombas pneumáticas de mercurio.

4. Antes de dar a conocer la manera de tomar fotografías por los rayos X, debemos clar una idea general de la fotografía comun, y en especial de las placas fotográficas que se venden en el comercio para hacer retratos y que son las mismas usadas por el Profesor Röntgen al usar sus rayos invisibles. El principio de la fotografía, como todos lo saben, es de lo mas simple, está funda do en la propiedad que tienen las sales de plata; el nitrato, los cloruros, bromuros e ioduros, de teñirse ó ennegrecerse, cuando se les espone a la luz común. La luz obra con efectos químicos reduciendo las sales de plata; pero como sabemos la luz roja no posee acción química; podemos por lo tanto esponer sin inconveniente dichas sales à la acción de esa luz, como tambien á la acción de la luz negra (luz que carece de rayos visibles à la retina). Cuando se preparan las placas se hace à la luz roja, luz producida por una lámpara cualesquiera con tubo teñido con ese color en pieza oscura, y se conservan al abrigo de la luz envolviéndolas en papeles negros dentro de cajas de carton negro.

Nada es mas simple que hacer una placa: se toma un vidrio de la dimensión deseada, y se le cubre con un barniz de albùmina salada con sal de cocina. Antes que se seque la placa se le da un baño de nitrato de plata, de 8 partes por 100 de agua destilada, durante algunos minutos, operando à la luz roja. Se conservan las placas à la oscuridad. Lentamente el nitrato de plata, en precencia del cloruro de sodio se atacan, resultando que la placa contiene al fin de algun tiempo un barniz de albúmina impregnado en cloruro de plata, nitrato de plata, y plata metálica.

El cloruro siendo muy sensible à la luz, es menester redoblar el cuidado para secar y guardas las placas en lo oscuro.

La placa mas sensible es sin embargo la de bromuro hecha con gelatina en vez de albúmina; tambien se puede usar el colodión para tener en suspensión la sal argentífera. En vez de placa de vidrio se puede tambien usar papel.

Hoy dia para hacer mas sensible la fotografía con rayos X — y por razones que daremos en el curso de este trabajo — se bañan además en alguna sal fluorescente como cianuro doble de bario (ò potasio, ò amonio) y platino, que permite abreviar la exposición de la placa à los efectos de los rayos X.

Cuando se fotografía con los procedimientos comunes, vemos que las placas se tienen en una cajilla oscura por dentro, y que puestas en la cámara obscura de la máquina fotográfica esas cajillas tienen una cubierta de levantar y bajar, para esponer la placa à los rayos de luz. Sabemos que la cámara posee una lente objetiva que concentra los rayos de luz sobre la placa, cuando se les deja penetrar.

Si se desea fotografiar observamos que abierta la cámara à los rayos de la luz, si una persona, u objeto se sitúa delante del objetivo, la luz emitida por ellos viene à obrar sobre la placa, y la luz fuerte difusa de los al rededores obra tambien pero mas enérgicamente; entonces el contraste entre la acción mas fuerte y la menos fuerte produce une impresión en la placa, impresión que no es visible sin embargo. Si la esposición de la placa fuera de mas tiempo, ò los rayos de la luz comun fueran de gran intensidad,

entonces la placa sería atacada en general sin dejar sino una vaga imágen ò silueta del cuerpo interpuesto entre la luz y la placa. Si la esposiciòn es muy corta; los rayos no alcanzan à obrar sino à empañar la placa, lo que sucede tambien cuando la luz es escasa. Las partes oscuras del individuo como ropas etc, no emitiendo rayos visibles, no producen impresión, sobre la placa. Ahora conservando la placa en lugar oscura, lo que se consigue bajando la cajilla que la contenia, se puede proceder al segundo tiempo de la fotografía, el desarrollo del negativo, operación que sirve tambien cuando fotografiamos por los rayos invisibles. Negativo se llama ahora la placa fotográfica, por que la impresión ha tomado las formas del individuo al revez, debido a que los rayos emitidos entraban por un agujero — el objetivo — a la cámara; y sabemos que en tal circunstancia solo los rayos oblicuos puedan entrar por un solo agujero, los rayos de la cabeza se dirijen à la parte inferior de la placa, los rayos emitidos por los pies van hacia arriba, los de la derecha hacia la izquierda etc. etc.

En una pieza oscura alumbrada con luz roja hacemos el desarrollo. Se sumerge la placa en un baño de solución de acido piro-agàllico alcalina, o en cualesquiera de los cientos de reactivos, conocido en el comercio; poco à poco se observa que la imagen de la persona u objeto aparece, debido à la acción del acido sobre la sal de plata que se deja atacar mas intensivamente en aquellos puntos mas espuestos à la acción de la luz. Si se deja obrar mas tiempo toda la placa será atacada y no se encontrará distinción entre la imágen y el resto; por lo tanto debemos retirar la placa del baño cuando las lineas, facciones etc, sean claras y distintas; entonces se lava la placa en agua y se la baña en una solución de hiposulfito de soda, que detiene la acción del ácido que aun queda, y absorve la plata libre y los productos de la reacción. Después se lava en agua y se seca à toda luz. Entonces vemos el negativo que se presenta negro en lo que corresponde à lo blanco, o claro del individuo real, pues que ahi la luz actuó con mas energia; y blanco lo que corresponde à lo negro del objeto real, es decir, que lo negro

no emite rayos dejando ver por lo tanto la parte blanca del barniz. Esta observación es mirando la placa sobre fondo oscuro, que si la miramos contra la luz se vé la imágen con razgos oscuros y claros únicamente.

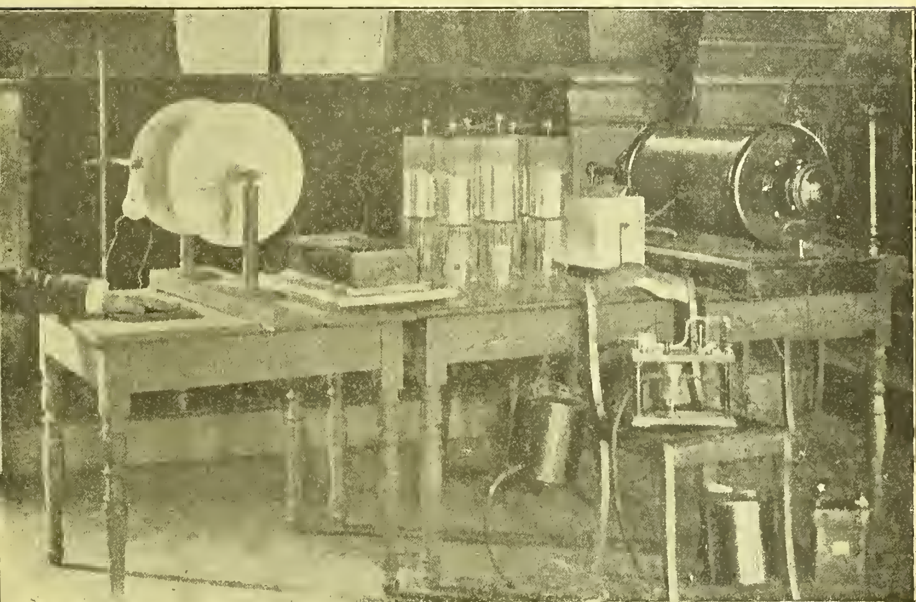
Para transformar este negativo en positivo, es decir, en retrato se toma un papel sensible (por las sales de plata) de los que se encuentran en el comercio, papel que enne grece à la luz; se le adopta à la placa por el lado del barniz y se le espone à la luz: el retrato se copia, y aparece blanco, lo que en el negativo es negro, de modo que esté color interceptando el pasaje de los rayos de luz no hieren al papel, quedando con su color blanco; mientras que donde la placa tenía mas claridad los rayos entran con mayor facilidad ennegreciendo el papel.

Basta bañar el papel en una solución de cloruro de oro y en agua para impedir la acción ulterior de la luz.

5 — Fotografiar con los rayos X es aun mas sencillo; la esposición del objeto, ò tomar la fotografía, se hace à la luz comun. El objeto que se desea fotografiar puede estar envuelto con papeles, encerrado en cajas de madera ò de aluminio, dentro de una portamoneda de cuero etc. y los rayos X atravesarán esas cubiertas, alumbrarán de una manera invisible para nosotros al objeto, proyectando su sombra sobre la placa; esta à su vez se debe tener encerrada en una cajilla ò bien envuelta en papeles negros. Para obtener una reproducciòn mas enérgica, en un tiempo relativamente muy corto conviene poner polvos fluorescentes, sùlfuros de zinc, segun Troost; tungstanato de soda segun Edison, cianuro de uranylo y potasio (Becquerel) ò cianuro de bario y platino etc, detrás de la placa, que como veremos desarrollan tambien rayos X.

Se instala un aparato productor de rayos del catodo, es decir, un tubo de Crookes, ò de Wien en comunicación con una bobina de inducción de 20 centímetros; si se pasa una corriente de una pila al carrete, en el acto asistimos al desarrollo de la luz dentro del tubo. Debajo de este y à una distancia de 5, a 30 centímetros se coloca la placa fotográfica enconada en una caja de carton negro, sobre ella se

coloca el objeto que se quiere fotografiar; supongamos sea una portamoneda de cuero, con moneda, llaves etc. Se pasa la corriente como hemos dicho, de modo que los rayos del catodo caigan sobre el objeto y después de 5, a 10 minutos, se habrán fotografiado las monedas, llaves etc. sin que haya rastros del cuero de la portamoneda, porque esta sustancia



Aparatos usádos en el procedimiento de fotografiar por los rayos X. A la derecha una bobina de Rumkorff en conexion con un acumulador. Los últimos de la izquierda son pila y transformador de Tesla (en lugar del carrete) en conexión con un tubo de Crookes que proyecta rayos sobre una mano por fotografiar, apoyada en una caja con placa fotográfica (segun el Elektrotechnische Zeitschrift. cuad. 16 del año 96, cliché de G. Klingenberg)

como casi todas os orgánicas son atravesadas con la misma facilidad con que la luz comun atraviesa el vidrio. Los cuerpos metálicos de cierto espesor no se dejan atravesar, es decir detienen la marcha de los rayos X de donde sucede que ellos van à imprimir su silueta sobre la placa. Como se vé el procedimiento copia sombras.

El imán tiene la propiedad de atraer la luz catódica. de modo que ella se gobierna con toda facilidad. Si concentramos con un imán la luz habrémos aumentado el número de rayos X sobre el objeto que se fotografía. Se puede asi obtener fotografías en 2, 3 segundos, si además la pila y la bobina son enérgicos, y las placas sensibles bañadas en solución fluorescente.

Para proceder à obtener fotografía de una mano se ejecuta lo mismo, es decir, ponemos la mano sobre la placa, dejamos caer luz del catodo durante un tiempo que varía desde 3 segundos hasta 10 minutos segun la manera de operar. Desarrollada la placa por los métodos ya indicados observamos que las partes blandas se han diseñado como una sombra ligera, transparente y los huesos como una sombra oscura profunda, pero que permite seguir lás lineas, bordes, protuberancias epífisis etc. con gran claridad. Si la esposición es bastante larga, con aparatos de alta potencia eléctrica, las partes blandas apenas se diseñan y las metálicas, huesos, cuerpos estraños etc. con una admirable nitidez. Mas adelante nos ocuparemos de la parte esclusivamente mèdica.

La fotografía por medio de los rayos X requiere pues, una serie de aparatos que no estan al alcance de todos los prácticos por su subido precio; pero si para un servicio clínico, para los hospitales, especialmente los hospitales militares. En Londres se ha abierto una oficina pública, à la cual los doctores envían los enfermos à obtener fotografías de las regiones que se desea esplorar, estas reproducciones son tomadas por un doctor esperimentado en el manejo de estos aparatos al que se le envía el diagnóstico probable, y èl toma la fotografía y la envía al facultativo à fin que este tome las medidas del caso.

Nosotros estimamos que en el Gabinete de Física Médica de nuestra Facultad, ò con los elementos de ese Gabinete en las clínicas se podria tomar con toda facilidad fotografías con rayos X de enfermos. En todo caso apuntamos lo que cuesta en Berlin el instrumental completo.

Bobina de inducción de 25 centímetros .	500 marcos
Acumulador-bateria de 20 volt	120 „
Tubos de Wien para obtener luz del catodo	30 „
2 docenas de placas muy sensibles grandes, dispuestas cada una en papel negro listas para usarla	17 „
Papel de copiar de celoidina de la misma dimención. 4 docenas	11 „
Lámpara de luz roja; platos de cauchú y de celuloide para los reactivos; aparato para lavar las placas. id para secarlas; 4 copiadores de fotografias; 5 gramos de cianuro de platino y bario; 2 gramos cloruro de oro, reactivos (hidroquinon o metol) y varias pequeñeces)	50 „
	728 marcos.

Las fotografías con los rayos invisibles augura ser mucho mas simple que lo que hemos espuestos, y con gasto inmensamente menor, cuando se generalice y perfeccione el método de tomar reproducciones usando la luz fosforescentes como lo espondremos mas adelate.

6 — Hace años à que los físicos asombrados con el descubrimiento de la fotografía, y con los fenómenos de la luz, se ocupan con raro tesón del estudio de las causas, propagación, emisiones oscuras etc. Antes de estudiar pues las propiedades de los rayos X es justo dar à conocer lo que se sabia, que sin satisfacer del todo deja ver que ya otros físicos conocian los efectos de estos rayos sin darse una esplicación satisfactoria:

En 1842 Humboldt comunicaba à la Academia de ciencias de Paris una nota del Profesor alemán Möser en la que decía, entre otras cosas que todos los cuerpos emiten luz en la oscuridad; que esos rayos obran sobre las sustancias como los de la luz comun, son insensibles à la retina, y que dos cuerpos imprimen constantemente sus imà-

genes, el uno al otro, aun en la oscuridad absoluta y sin que esten en contacto, pero à cortísima distancia: la imágen se hace visible con cualesquier vapor: mercurio, agua, iodo, cloro, bromo etc. y por fin „Existe una luz latente, como un calor latente.“

En Könisberg, desde esa época, era conocido de todos los obreros la reproducción que sufren las imágenes de los grabados en vidrio en otros vidrios ò metales colocados à corta distancia. Mas tarde Arago comunicaba à la misma corporación à nombre de M. Breyer que ellos sabian por los relojeros“ la copia del nombre del fabricante de un reloj reproducida en la tapa opuesta pero, al revez, siempre que disten ambas cubiertas muy poco. En una segunda comunicación, daba à conocer que èl obtenia „por medio de los rayos invisibles“ los hechos relatados por Möser, es decir, reproducciones sobre el vidrio de imágenes finas que desaparecen por la frotación ligera. Mas aun, Breyer en 1843 agregaba que el obtenia la imágen exacta de piezas de monedas conectando èstas con un polo de una pila eléctrica, seca y el otro polo con la placa fotogràfica. La placa demostraba una imágen al vapor mercurial.

En 1886 Bouchel entreveía ciertos rayos luminosos que Tommasi ese mismo año ponía de manifiesto ante le Academia de Paris "Tengo el honor, decía este último, de someter mis investagiones sobre la acción de descargas oscuras por efluvios eléctricos sobre las placas de fotografía". Interponía una de bromuro-gelatina entre dos escobillas en comunicación con una máquina eléctrica; hizo oscuridad, pasó una corriente, previa postura de un cliché y desarrollada la placa diò la imàgen del cliché. En otra esperiencia dejó caer efluvios luminosos, chispas eléctricas sobre una placa, envuelta juntamente con un objeto, dentro de una cajilla, que no ennegrecía la luz comun: las chispas eléctricas determinaron una imágen en la placa, es decir hubo rayos invisibles que llegaron atravesando el cartón que cubría la placa. Tommasi creyò que sus "rayos eléctricos" eran ultra-violeta, provenientes de la electricidad. Después del descubrimiento de Röntgen se han repetido varias espe-

riencias semejantes à estas, pero las chispas y los efluvios se obtenían de una bobina de inducción directamente y la placa encerrada en caja de madera. Con una esposición de 40 minutos, paralela la caja al plano de las chispas, se han obtenido fotografías. Avancemos, pues, que los rayos invisibles que atraviesan los cuerpos existen en todas las luces, cualesquiera que sea su origen, asi como el rojo, el violeta asi como los colores visibles.

El Profesor Heinrich Hertz de Bonn, muerto en 1892, habia sorprendido à los sabios con descubrimentos que suponian en el una rara habilidad: demostró que la electricidad se propaga en ondas, siguiendo la linea recta, y que como la luz se refleja en los espejos y se refracta en los prismas; afirmaba sin declararlo, de ese modo, una vez mas la correlación de las fuerzas de una manera esperimental; avanzaba rápidamente al esclarecimiento de la cuestión sobre identidad de la luz y de la electricidad, es decir, à buscar el eslabón que une à una con otra; las causas que verifican la transformación de una en otra etc.: pero èl no buscaba este punto.

Las ondas de la electricidad pueden llegar a ser tan grandes como una ola gigantesca de un mar en tempestad, las de la luz son pequeñísimas. Fué el primero en demostrar que la luz del catodo posee la propiedad de atravesar hojas delgadas de metal que van à hacer brillar una pantalla fluorescente, que los rayos se propagan en linea recta, se desvían por un imán y por fin que poseen propiedades químicas. Hertz fué el precursor de Röntgen. Lenard el profesor húngaro era asistente de Hertz, recogió sus estudios y los impulsó con gran talento; hizo una serie de esperiencias y cononció el grado de penetrabilidad de las diferentes sustancias por los rayos del catodo, llegó hasta tomar fotografías de los cuerpos al travéz de otros: estuvo pues a un paso del descubrimento de Röntgen, quien lo reconoce como su directo inspirador.

Goldstein hace 10 años comunicaba à la Sociedad de ciencias de Berlin, que cuando se desarrollan los rayos del catodo dirigibles por un imán, se encuentran tambien otros que no lo son.

Röntgen, sabe distinguir los rayos X invisibles de los otros; los estudia; descubre la fotografía de los huesos del vivo, y si él no ha demostrado los razgos de genio que poseia Hertz, sin embargo su mètodo de investigación, su lògica, sus trabajos anteriores le colocan à la altura de los grandes físicos, asi como su modestia, lo estraordinario del hallazgo lo hacen acreedor al renombre universal que se ha adquirido.

Aun en el terreno de la Medecina diversas tentativas se habian hecho con el fin de ver directamente el organismo. El "Algemeen Handesblad" de Amsterdam del 6 de febrero 1846 publicaba que un electricista belga había podido ver los òrganos internos, arterias, venas por medio de la luz eléctrica, por transparencia. No sabemos como operaba el citado esperimentador. Recientemente en Inglaterra se publican hechos semejantes ya conocidos por algunos mèdicos. En Rusia es donde este sistema llegò a ser mas perfecto iluminando el trayecto de los nervios directamente haciendo pasar corrientes de electricidad estática en condiciones especiales. Pero todo eso fue perdido para la ciencia.

7. — ¿Cuales son las propiedades de los rayos X de Röntgen?

Lenard habia creido que los rayos del catodo eran fenómenos en el eter, y que se pierden en estado difuso en todos los cuerpos; Röntgen, dice, "podemos decir otro tanto de los nuestros", y piensa que se producen en el punto en que los rayos del catodo chocan con el vidrio. Otros observadores creen que nacen cada vez que existe un obstáculo à aquellos rayos; por fin los hay que atribuyen los rayos X al anodo.

Röntgen atribuye que la fluorescencia del vidrio ò de la gelatina de la placa fotográfica, dan la potencia química à sus rayos: esta opinión, como tendremos ocasión de indicarlo, es exacta.

Los rayos X atraviesan todas las sustancias orgánicas y tambien hojas delgadas de metales: hojas de 15 milímetros de espesor de aluminio se dejan penetrar; el cobre y la plata deben ser mas delgados aún; el plomo es mas difícil; en

seguida vienen el mercurio, el oro y el platino: este último permite el pasaje de los rayos solo en hojas muy finas. En una palabra un cuerpo metálico es atravesado tanto mas difícilmente cuanto mayor sea su peso atómicò. El vidrio presenta resistencia sobre todo si contiene plomo. El fósforo, yodo, azufre, selenio son muy opacos. El diamante, antracita, grafita, carbón, azúcar, éteres, ácidos, agua, súlfuro de carbono, el aire, el hidrógeno permiten con mucha facilidad el pasaje. El papel aún formando libros de mas de mil páginas dejan fluorescer todavía una pantalla; igual cosa pasa con el cartón, la goma, el cuero. La madera de grueso hasta de tres centímetros no pone resistencia à los rayos; hay maderas que son mas opacas que otras à los rayos X, pudiendo augurar las ventajas que se van à poder obtener en reconocer las diferentes maderas. El diamante y las perlas verdaderas se distinguen de las falsas en que estas últimas son mas opacas.

Los metales en cierto espesor son opacos; cuando ellos estan encerrados en el interior de sustancias atravesables por los rayos dejan tomar la fotografía de su sombra: asi se conducen los huesos pues que tienen composición metálica y asi tambien podemos tomar fotografías de cuerpos estraños tales como vidrio, agujas, espinas de pescado, balas etc. etc. . . . metidos en el cuerpo humano.

Los huesos atacados de cualquiera enfermedad que los deforme, o que presenten soluciones de continuidad, se ven perfectamente en una fotografía.

Hay mas aún, las partes blandas del organismo pueden fotografiarse según sea el tiempo de la exposición: asi se ha podido obtener la silueta de algunas víceras como el colon, hígado, pulmones, etc. etc. . . . esto ofrece ya un porvenir para la medicina interna que parecía no esperar beneficios del descubrimiento.

Se ha tratado de averiguar si los rayos X se reflejan, Röntgen empleó polvos de sal gemna, de plata pulverizada por la electrolisis, polvos de zinc sin obtener reflección: se sabe que los cuerpos finamente pulverizados no absorben la luz; al contrario la reflejan y la dispersan. Esperimentando

de otra manera encontró que se podia pensar en la reflección: cubrió el lado sensible de una placa fotográfica con placas pulidas de platino, cobre, zinc aluminio e hizo caer rayos por el lado no sensible, y los tres primeros metales se fotografiaron. Otros físicos han probado tambien la reflección.

En cuanto à la refracción hasta hoy nada se ha probado. Röntgen opera con prismas de goma dura, de aluminio, de vidrio, al travez del agua, de súlfuro de carbono sin obtener refracción lo que seria debido à que estos rayos se mueven con la misma velocidad en todos los cuerpos, en el medio que llena los espacios entre los átomos. Los rayos X no pueden por consiguente concentrarse ni con lentes de vidrio, ni de goma.

Los rayos de Röntgen descargan un electroscopio cargado de cualquiera electricidad à 20 centímetros de distancia, aun cuando estén interpuestas 16 hojas de papel negro, placas de fibras vulcanizadas, placas de gelatina, de celuloide, de plata; pero no al travez del latón, zinc, porcelana, los rayos ultra-violeta tambien poseen la propiedad de cargar y descargar un electroscopio. Sin embargo los rayos ultra-violeta son muy refrangibles y no atraviesan los cuerpos opacos.

Tambien difieren de los rayos del catodo como lo hemos visto: son pues rayos distintos e independientes.

8. — Si se hace un cilindro de cartón revestido de papel negro por dentro y fuera, y en un estremo se cierra con papel fluorescente de cianuro de bario y platino hemos construido el criptoscopio del profesor Salvioni de Perugia. Si miramos por el extremo abierto los rayos del catodo, vemos fluorescer el extremo cerrado. Con este aparato se puede mirar una mano que reciba los rayos invisibles, dejando ver la sombra de los huesos.

Está basado pues en los primeros esperimentos de Röntgen. Si un estremo del cilindro se cubre con papel negro, revestido en el lado interno con el papel fluoresente, y por el otro estremo se adapta una lente, el aparato da mejores resultados. Aunque la criptoscopía nos ha permitido ver los huesos de las falanges de los manos de los pies (al travez del zapato), cuerpos estraños en la mano, dentro

de cajas de madera; sin embargo como medio de diagnóstico aún es muy deficiente. Esperamos que con los criptoscopios binoculares y con las perfecciones que se introducirán podrá el médico disponer de un medio tan rápido como simple para indagar los huesos y explorar la existencia de cuerpos estraños: sin recurrir à la fotografía.

9. — Lascelles-Scott publicaba en el "Times" hace poco que las sustancias como el vidrio de urano, fluorescina, estramonio, súlfuro de calcio, pasta de fósforo de Bologna, quinina, cianuro de bario y platino, emiten rayos de luz que atraviesan hojas delgadas de metal y que pueden con una exposición de varias semanas fotografiar objetos al travez de esos cuerpos opacos. Poincaré en la Academia de Paris, establecio resueltamente que los rayos X invisibles emanan de la fluorescencia del vidrio del tubo Crookes por influencia eléctrica de los rayos del catodoi.

El conocido químico Troost ha presentado á la misma sociedad en estos últimos tiempos un procedimiento para transformar rayos de luz en rayos X y fotografiar sin tubos de Crookes, ni bobina ni pila eléctrica. La blenda exágona artificial preparada por él tiene la facultad de adquirir propiedades fluorescentes cuando se la espone al sol, o à la luz de magnesio, dando efluvios luminosos, amarillo-verde. Si los cristales de este súlfuro de zinc se encierran en una caja de cartón, y se les aplica á una placa fotográfica encerrada, y se interpone un objeto que se desee fotografiar, á las tres horas se obtienen fotografías que han llenado de admiración a los miembros de la Academia de ciencia. Nada mas facil, ni mas barato que este procedimiento, que presenta la ventaja, además, de permitir ser amarrado al enfermo, cuya parte lesionada requiere gran inmovilidad.

La acción de estos cristales es de tal energía, que impregnando una placa fotográfica instantánea con cristales de súlfuro de zinc fluorescente, aumenta el poder de emitir rayos X cuando se dejan caer rayos catódicos, el objeto se fotografía con mayor rapidez que con placas comunes.

Si se barniza un lado de una moneda con estos cristales y en su otro lado se coloca un hilo de hierro, los rayos X

atraviesan la moneda (una libra esterlina) y toman fotografía del hilo.

El profesor Becquerel recientemente ha llamado la atención por sus trabajos sobre la producción de rayos X que pueden atravesar leños etc. producídos por el sulfato de uranylo y potasio y ha obtenido fotografías. Estos rayos pueden como los X de orígen catódico y como los ultravioleta cargar positivamente el electrodo de Hurnuzescu, aparato protegido por envoltura metálica esterior contra las influencias eléctricas, y con vidrio amarillo contra los ultravioleta. Ha reflejado los rayos de esta procedencia obteniendo después de 50 horas fotografías con rayos invisibles reflejados, y ha notado una escasísima refracción. Lo que mas asombra es la duración de la intensidad del sulfato de uranylo y potasio que emite rayos hasta 9 dias después de estar guardados a la oscuridad completa.

Es una opinión general atribuir á las placas fotográficas, propiedades fluorescentes que emitiendo rayos X, refuerza la acciòn de los que se envían en la esperimentación, sea de cuerpos fluorescentos ò de tubos de Crookes; asi pues no nos asombrará aceptar que los rayos X existen en donde existe cualesquier foco de luz, cualesquiera que sea su proveniencia: se ha fotografiado con la luz eléctrica comun con la luz de gas, con la del sol, con la luz de una l ámpara de petroleo, etc. y todas han emitido rayos invisibles que van a herir y fotografiar en placas sensibles al travez de cuerpos opacos a la luz comun.

Hay mas aun: se fotografía a la oscuridad, con rayos emitido por los placas en la ausencia mas absoluta de luz, o en otros terminos hay una „fluorescencia invisible de rayos X.“ Hemos ya hablado de estos fenòmenos, conocidos por Möser, Breyer etc. Laoureux habia descubierto que una placa fotográfica ya impresionada por un objeto, transmite su imágen a otra placa no impresionada, con tal que ambas esten frente una de otra à corta distancia y à la oscuridad. Edler atribuyó, naturalmente el fenómeno à la fluorescencia, teoría racional aplicable á los descubrimientos de Möser etc.

Muy recientemente Le Bon despues de estudiar las emisiones de rayos invisibles por làmpara de petroleo y obtener fotografías en 3 horas de exposición, ha vuelto ha tomar el estudio de la fotografía por medio de rayos emitidos en la absoluta oscuridad, y que el llama la „luz negra.“ Apesar que sus publicaciones son posteriores á las de Röntgen el sostiene que se ocupa en las emisiones oscuras desde dos años: en todo caso ha tenido tras de él un medio siglo de precededores. La luz negra de Le Bon, dice él, es detenida por el papel negro que penetra superficialmente en las partes blandas y profetiza que su luz unida con la X llegarán à fotografiar el cuerpo humano; ésta las partes profundas, aquellos los superficiales. Los rayos X no serían sino un matiz de un espectro invisible formado por su luz negra. Su entusiasmo lo lleva à elevar su luz negra à la categoría de una fuerza nueva, intermediaria entre las fuerzas luz y electricidad fuerza que por si sola daría rayos, pues que apesar de evitar la acción de la luz por varios dias ella fotografiaban à la oscuridad todavía.

Pero no olvidemos que las placas fotográficas son fluorescentes es decir como veremos luego acumuladores de luz visible y de luz invisible.

La prueba de Le Bon no es convincente, el cuidó sus placas y los objetos de la luz comun, pero no de los rayos X contra los cuales aun no hemos aprendido a evitar su acción, y que posiblemente llenan como el eter todos los espacios.

Briançon ha puesto objetos sobre placas encerrados contra la luz por envolturas negras, dentro de cajas negras; ha puesto este aparato en armarios oscuros dentro de una pieza absolutamente oscura. Dos horas despues el objeto estaba fotografiado. Veremos mas adelante que todos los cuerpos son fluorescentes unos mas otros menos, aun à la oscuridad, agregaremos una vez mas que muchos lo son à la luz comun y à la invisible pero los hay de una u otra aisladamente. La nieve emitiendo toda la luz que recibe (diremos siendo fluorescente) posee la propiedad de emitir rayos X de una acción química inmensa: Zenger en 1886

à media noche obtenía à 80 Kilómetros de distancia fotografías del Monte Blanco.

10. — Los esperimentos anteriores van destinados à aclarar el origen y la naturaleza de los rayos X de Röntgen. Nosotros aceptamos. 1º. Que el rayo invisible es un elemento constitutivo del espectro solar, independiente de todo otro rayo (probablemente se le debe colocar al lado del ultra-rojo, es decir que es un rayo con escasa ó ninguna refracción). — 2º. Que siguiendo la dirección de la normal, con igual velocidad en el interior de los cuerpos, y describiendo ondas longitudinales (segun Lord Kelvin) tiene propiedades químicas y eléctricas muy enérgicas. — 3º. Por consiguiente se le encuentra en todo foco luminoso, ò acumulador de luz. Llamamos acumulador de luz à ciertas sustancias que tienen la propiedad de absorver la luz, conservarla, y emitirla en condiciones especiales, del mismo modo que la electricidad se acumula y se conserva en botellas de Leyden, en acumuladores. Estos cuerpos son los llamados fosforescentes, y fluorescentes; estos últimos emiten tanto cuanto absorben. Asi tambien la esponja de platino acumula oxígeno; hay cuerpos que acumulan el calor (calor latente, malos conductores); existen acumuladores de magnetismo (los imanes, las piritas magnéticas, los polos magnéticos terrestres) etc. Todas las fuerzas se acumulan. Los acumuladores de luz mas enérgicos son: los cianuros dobles de bario y platino, de potasio y platino, de amonio y platino el sulfato de uranylo y potasio y otras sales de uranio; el súlfuro de zinc de Troost; el tungstanato de soda (Edison) los súlfuros de zinc de calcio, estroncio, el espato fluor, fosfuro de calcio, el vidrio, la sal gemna, la quinina, el azúcar. Algunas de estas sustancias adquieren la propiedad al sol, à la luz comun, à la electricidad, otra veces una sustancia fluorescente absorve rayos de luz visible y rayos X; la misma sustancia por causas desconocidas, sigue emitiendo la primera pero no emite ya rayos X. Asi Troost y Becquerel han obtenido fotografías al travez de cuerpos opacos con sales acumuladoras (diremos nosotros) y despues operando con las mismas obtuvieron resultados negativos. Es

que los rayos X, muy eléctricos, tienen la propiedad de atraer y repeler otros rayos, ò à los mismos como la electricidad negativa atrae à la positiva? El hecho es que aquellos sabios tubieron que preparar nuevas sales para obtener nuevamente buen resultado.

Todos los cuerpos serian fluorescentes, es decir, absorberían rayos y los emitirían en ciertas condiciones; pero habria acumuladores que elegirían unos, que conservarían, y otros que rechazarían. Los acumuladores para los rayos X, en otros término, pueden escluir ò reunirse con los rayos visibles, de ahi fluorescencia invisible que hemos denominado a las sustancias que emiten luz (negra) X, que fotografian sin que apercibamos la luz: la comun sería fluorescencia visible.

La electricidad da à la sustancia vidrio y otras propiedades especiales acumulatrices de rayos X; la luz solar, el calor, la luz de magnesio da igual propiedad à la blenda de Troost posiblemente por acción eléctrica. Sabemos que los rayos X de cualesquiera procedencia tienen gran acción eléctrica.

El aire, el frio à — 100 grados y probablemente otras circunstancias físicas disminuyen la acción química.

Es de esperar pues se trate de buscar un acumulador de la luz.

11. — Los fenómenos curiosos del rayo X dan hoy dia la esplicación muy satisfactoria à las imàgenes fotografiadas sobre la piel de los individuos ò de los animales por influencia del rayo admosférico que estalla entre una nube y la tierra. El rayo desarrollando luz X naciente de gran velocidad y fuertemente electrizada tiene la propiedad de obrar químicamente sobre la cutis tejido celular subcutáneo, como obra sobre las placas fotográficas imprimiendo en ella, no solo los objetos que rodean al sujeto fulminado, sino aun objetos (metàlicos) guardados en los bolsillos del individuo, y el tejido de género que lo cubre dejan pasar esos rayos de luz.

Igual cosa pasa con la luz catódica, con las chispas eléctricas sobre las placas de fotografía. Los hechos son tan

numerosos y existen tantos publicados desde los tiempos mas antiguos que para ahorrar la fatiga de una larga descripción vamos à citar los que tienen testigos de una veracidad absoluta.

Cuando la impresión ha sido sobre la cutis la imágen puede desaparecer con el tiempo. Pero cuando ha alcanzado ademas à herir las capas profundas del dermis y del tejido celular subcutáneo el individuo conservará la imágen durante toda su vida; el pigmento modificado por la intensidad química se deposita, se fija como si se tratara de un tatuage.

Estas fotografías se hacen tambien sobre objetos inanimados. Es posible que después de una tempestad admosférica, muchas impresiones o fotografías se representaran pero o pasan desapercibidas, ó son tan tenues que sería menester buscar un reactivo que las hiciera visibles.

Franklin contaba que en 1876 un hombre sentado vió caer un rayo, dejándole impresa en la cutis, la imágen del árbol sobre el cual cayó.

En la Academia de Ciencias de Paris se relató lo siguiente. En 1841 un magistrado y un artesano fueron sorprendidos por un rayo que mató al segundo: pero ambos recibieron en el pecho la imágen exacta de las hojas del àlamo que estaba interpuesto.

En Lugano conservò una señora la hermoza fotografía de una rosa grabada en una de sus piernas, hasta el fin de sus dias. Ella habia sido atacada por el divino fotógrafo que por varios dias la tuvo muy enferma.

En 1830 cayò un rayo en el castillo de Benatonnière atacando à una señora à quien le imprimió pero sobre su corset la imàgen del espaldar de la silla en que ella estaba sentada.

En la mañana del domingo 4 de marzo de 1864 la aldea de Nibelle (Loiret) fuè sorprendida por la caída estrepitosa de un rayo; hirió un peral dejándole una canal en espiral; de èl saltó sobre un hombre y un perro matándolos instantáneamente; dos otros obreros fueron derribados al suelo. Al ser despojados de sus vestiduras para ausiliarlos, uno de ellos presentaba la fotografía perfecta de las ramas y hojas

del árbol. El Maire Dr. Lebigue, escribía "el terrible fotógrafo habia sido apesar de todo, bastante benigno para permitirle levantarse y andar ese mismo dia". Muchas publicaciones existen sobre fotografía de clavos, herraduras, ya sobre troncos de árboles, sobre hojas de palmera, ya sobre una muralla blanqueada de cal, por influjos del rayo; otras narran la desaparición de relojes, cadenas, monedas, cruces de rosario, que dejan su imágen en la cutis de los fulgurados, atravesando de consigniente los rayos X, que fotografían, la ropa del individuo.

En 1687 en Lagny un rayo imprimiò las letras del canon de la misa sobre el mantel del altar, pero al revez, dejando en blanco aquellas letras que eran rojas en el canon. El estallido del rayo habia tenido lugar en el campanario de la iglesia.

Esto hace recordar las cruces que se fotografiaron en el cuerpo de todos los asistentes de la iglesia de Well en Inglaterra, durante la caida de un rayo en 1610, y la relación de San Gregorio de Nazancieno sobre los tempestades caídas en Jerusalem cuando el emperador Juliano intentó la reconstrucción del templo .... "hay mas" — agrega — "los espectadores del prodigio que estubieron presentes, muestran aun las impresiones de cruces en sus vestidos."

I asi podríamos relatar cientos de hechos.

No dejaremos sin notar que durante las tempestades existen comunicaciones eléctricas entre el ambiente y los individuos pues que se esperimentan sensaciones estrañas. Acabamos de ver que los rayos X, como los ultra-violeta son eminentemente eléctricos: ellos propagan pues ese fluído y nos rodean con èl de una manera invisible.

12. — Los estudios médicos son los primeros que han obtenido beneficios reales, con el nuevo descubrimiento. En Berlin durante el tiempo de los cursos de Medicina para doctores, funcionó una clase esclusivamente de "Fotografía con rayos X aplicada à la Medicina".

No hay una clínica quirúrgica en Europa y en Norte América que se haya esceptuado de esperimentar sobre sus enfermos con este nuevo método de diagnóstico. Las socie-

dades científicas y sus órganos de publicidad nos ilustran dia á dia con nuevas aplicaciones.

El Ministerio de la Guerra Prusiano ha comisionado à las clínicas quirúrgicas del Reino fijen su atención sobre las aplicaciones del descubrimiento á la Cirugía de la Guerra, y directamente ha hecho publicar el informe pasado por la Sección mèdica de dicho Ministerio.



Esta mano permite ver claramente las sombras oscuras que representan los huesos de las sombras transparentes que representan las partes blandas. Los últimos dedos llevan dos anillos metálicos (tomada del cliché G. Klingenberg, Elektrotechnische Zeitschrift cuaderno 16, año 96).
La esposición à la rayos X fué de 2 minutos.

La fotografía con los rayos X y la criptoscopía se aplican hoy por hoy casi esclusivamente à la Cirugia de los huesos, deformaciones, fracturas, luxaciones; y á la esploración de los cuerpos estraños.

Para no alargar este informe vamos à apuntar los principales trabajos que se registran en le ciencia, dejando

à un lado las fotografías tomadas con el propósito de hallar agujas, pedazos de vidrio y fijar el punto de operación, porque son muy numerosos. Debemos recordar sin embargo que debe estar la parte por fotografiar entre la emisión de rayos y la placa fotográfica; por consiguiente no se puede esperar todavía obtener reproducciones de los huesos del cráneo, porque el espesor de ellos en conjunto es tal de no permitir el pasage de los rayos X de un lado al otro de la cabeza. La primera aplicación à la Medicina ha sido realizada por el profesor v. Mosetig de Viena en dos casos: El 1°. se trataba de buscar una bala encajada en el hueso de la mano izquierda, que los métodos comunes no habian podido señalar sino verificando una mutilante operación esploratoria. La fotografía tomada en el laboratorio y con la colaboración de los profesores Sigmund y Franz Exner señaló la bala profundamente fijada en el 4°. espacio interóseo. Se estrajo por el dorso con toda facilidad y el calibre era de 6 milímetros.

El 2°. caso era una deformación en el dedo grande del pie derecho en una sirviente de 20 años de edad ; erandos falanjes paralelas, se deseaba estraer una que perturbaba la marcha, pero no había sído posible establecer cual era la que se articulaba con el metatarsiano y cual era la supernumeraria. La fotografía con rayos invisibles demostró que la falsa era la del lado libre y tenia una faceta lateral para articularse con su congénere mientras que sin la fotografía todas las señales estaban en favor de la esterior, que se habria resecado. El Profesor Neusser de la misma Universidad ha sido el primero en aplicar el nuevo método al diagnóstico de los càlculos biliares, encontrando que los cálculos de colesterina son translúcidos, los de sales calcáreas son opacas, y fijando con precisión el punto en donde se encuentran pues aparece la silueta clara, transparente de las partes blandas del abdómen.

El estudio de la columna vertebral no puede aun empeñarse con éxito porque seria necesario introducir placas en el estómago, esófago, recto etc; la introducciòn en el recto y en la vagina no es difícil pudiendo señalarse que no será lejano el dia que gracias à esos órganos podremos obtener

reproducciones de los huesos de la pelvis, cálculos renales, vesicales etc.

Se busca un líquido que introducido en el estómago vegiga ú otra cavidad, dé una opacidad tal que permita seguir la forma de esos órganos.

En Inglaterra una de las primeras aplicaciones de la fotografía con rayos invisibles fué un caso muy curioso: un individuo fué herido en una riña y transportado al Hospital con una pequeña lesión que cicatrizó poco tiempo después. Cuando intentó abandonar la cama empezó à sentirse atacado de parálisis que aumentaba dia à dia; como era localizada à las estremidades inferiores se pensó en una lesión medular. Se aplicó la fotografía y se encontró la punta de un cuchillo enclavada en las vértebras y tocando à la médula; se estrajo el pedazo de lámina de cuchillo y el enfermo mejoró.

Numerosas son las aplicaciones que se han hecho en las fracturas de los dedos del antebrazo, de la pierna y del cuello del fémur: no es posible describirlas una à una en detalles pues que todas llegan al mismo resultado, es decir, manifiestan claramente la linea de fractura. El Doctor B. Abrahams relata el caso de un niño que habia tenido una fractura de la falange del dedo chico que terminó por una ankilosis. La gimnástica y el masage no habian dado ningun resultado: la fotografía reveló la existencia de un puente óseo entre las dos falanges. Se rompió esta y el enfermo sanó. En Turin el Doctor Rotta diagnosticó la fractura del olécrano valiéndose del mismo procedimiento lo que le habia sido imposible hacerlo sin él, por que una gran infiltración impedia el exámen de los huesos.

Los luxaciones dejan ver la situación exacta de los huesos: pero el exámen de la rodilla requiere cierta habilidad operatoria, porque el espesor de los huesos en esta región es muy considerable; sin embargo operando con bobinas de veinticinco ò mas centímetros, con tubos vacíos al máximo, en que los rayos del catodo sean concentrados por un imán, y en que las placas fotográficas sean extra sensibles y previamente fluorescentes, y por fin tomando fotografías en

diversas posturas se obtienen reproducciones aun de cuerpos extraños intraarticulares.

El Dr. Gray no pudo hacer el diagnóstico de una luxación del codo à consecuencia de un edema inflamatorio: la fotografía demostró la existencia de una dislocación del radio y de el cúbito hácia afuera.

Las lesiones de las epífisis, las deformaciones de los huesos por raquitismo, tuberculosis, lepra, sífilis tan mal estudiados hasta hoy à consecuencia de la escases de ejemplares en los museos patológicos van à entrar à un campo de estudios positivos; ya el profesor Lannelongue desde el mes de Enero ha llamado la atención de la academia de ciencias de Paris con fotografías de tuberculosos, de ostiomielitis con el decidido propósito de estudiar la marcha anátomo-patológica de la afección; en la última enfermedad halló que la destrucción del hueso empieza en la periferie y avanza hasta el centro.

Es sobre todo en la cirugía militar en la que se van à recojer los mas brillantes resultados, à lo menos se vá à fijar el lugar preciso de la bala.

El profesor Bergmann hizo la primera aplicación, para determinar el punto en que debia extraerse una bala de revólver fraccionada en pedazos, con buen éxito. Y à este respecto dió una lección que servirá à aquellos que traten de abusar con las ventajas que ofrece el nuevo método „hay muchas ciencias y artes, dijo, que aprovecharán del descubrimiento mas que la cirugía; en ella van a verse muchos abusos porque todos los que tengan en su cuerpo bala ò cuerpo extraño procurarán extraérselos. Despues de muchos años de práctica en paz y en guerra, mantengo que los cuerpos extraños encerrados en el organismo, siempre que no produzcan molestias o peligros,- deben dejarse donde estan: ellos no hacen ningun daño y jamás autoriza à correr el riezgo de una operación, sobre todo en guerra en donde à menudo es imposible operar con las precauciones antisépticas. Aun teniéndolas en tiempo de paz jamás debe operarse. Si se me atribuyó un mérito especial en la guerra turco-rusa en la cual se me dió una posisión de gran influ-

encia entre los cirujanos rusos, fué debido en parte al hecho que cuando mis colegas me solicitaban extrajera balas los convencía de lo contrario. A pesar de todo tube que empeñar verdaderas batallas que todavía no estan terminadas, y que ahora el descubrimiento de Röntgen và à dar mas aliento à los enemigos. No niego la importancia de este método, es una ayuda feliz para el diagnóstico quirúrgico; pero para nuestra ciencia, la banda de Esmarch y la antisepsia son descubrimientos inmensamente superiores".

La ginecología vá à enriquecerse tanto como la cirugía, ya se obtienen con perfecta claridad fotografías de fetos de diversas edades. Los laringólogos han esperimentado colocando espinas, cuerpos estraños al lado de la laringe y han observado con la facilidad mas grande que se reproducían desde el lado contrario. Aunque Simm de Nueva Jork ha declarado que se pueden obtener pruebas del cerebro, nosotros no atribuimos todavía gran importancia a la aseveración, porque despues no se han repetido las esperiencias.

Un niño de 3 meses de edad permite fotografíar todo su esqueleto. En otro de meses que sufria mucho a consecuencia de haberse tragado $1/2$ penique, previa fotografía dió una prueba con la moneda al nivel de la válvula ileo—cecal (Rowland).

Una bala encajada en la cavidad craneal pudo ser divisada en un campo oscuro por el Dr. Davidson.

La historia de la emigración de las agujas está à la orden del dia, la fotografía revela su existencia à una gran distancia del lugar de entrada, à veces se han estraido, 11 años despues, cuando ya el recuerdo de la introducción se habia borrado.

La Medicina interna no desmaya en arrancar ventajas à un mètodo llamado à ser de su uso cuotidiano. En la clínica del Prof. Leyden, el Dr. Huber ha experimentado en artritis deformantes reumáticas, y gotosas pudiendo observar los depòsitos y augurando que conocida la localización và a ser posible, sea por inyecciones, sea por el bisturí, à extraer los depòsitos morbosos. El mismo obtuvo fotografías que señalan los puntos atacados por placas calcáreas en una

aorta arterio-esclerosada. Ultimamente se há podido obtener la silueta vaga del corazón, mejor la de los pulmones, higado, colon etc.

La medicina legal va tambien a necesitar los ausilios de la fotografía con rayos invisibles para esplorar balas, etc.

Los rayos X no tienen ninguna influencia sobre los microbios (Profesor Schuster, del Owen college).

La Anatomía ha recogido ya sus frutos. Se inyectan las arterias y venas con un líquido cualquiera, con polvos de minio o cinabrio en suspensión y la fotografía deja ver las verdaderas relaciones de estos vasos con los huesos, y a veces aun con los músculos; los linfáticos inyectado con mercurio podran verse con gran claridad. Los profesores Reid y Kuenen de Dundee esperimentaron en varios tegidos: el riñón es mas transparente en la porción cortical que en la medular, siendo las bases de las pirámides de Malpigio muy claras. La graza es algo opaca. La sustancia blanca del cerebro y cerebelo es mas transparente que la gris. Un hígado canceroso no reveló ninguna diferencia entre la parte enferma y la sana.

La Historia Natural espera utilizar los rayos X en grande escala: en el museo de Viena hay una momia ejipcia con la inscripción geroglífica que en el interior no existe el cadaver de una persona sino de un Ibis: fotografiada probó ser el citado pájaro. En Berlin no se habian decidido à abrir un idiurus, único ejemplar existente, para obtener su esqueleto: la fotografía ha ahorradò ese sacrificio.

Los efectos fisiológicos de los rayos X empiezan á ser reconocidos, efectos que anteriormente se atribuian à otras causas. El Dr. Bowles ha publicado desde 1888 una serie de interesantes folletos sobre la acción de los rayos reflejados por la nieve que penetran profundamente en los tegidos produciendo alteraciones, desde los simples eritemas, quemaduras de la cutis, bronceamiento, hasta la fiebre, y que los rayos de la nieve (creía eran ultra-violetas) obran como los X. Hay una prueba convincente del Dr. Bowles: observó que los chalets suizos, que son de madera empiezan

a sufrir por efecto de los rayos reflejados de la nieve una especie de bronceamiento, carbonización aun en la cara interna de la madera Para nosotros la nieve es un acumulador de todo el espectro, visible e invisible, y la insolación, eritemas solares (fueran o no la nieve) son del mismo orden de fenómenos: es decir enfermedad producida por los rayos X; hay ciertos rayos del sol, en ciertas latitudes que afiebran aun cuando no sean muy fuertes como sucede en Roma. Los individuos negros, o que se pigmentan facilmente al aire, viento, o sol no tienen malas consecuencias porque esta pigmentación impide la acción química profunda de los rayos X; parece que los rayos amarillos detienen ó impiden la acción citada pues en la India evitan la insolación usando en el interior ropa amarilla. Una señora usaba un paltó con listas rojas y blancas, alternadas y verticales, se espuso una fuerte insolación, y presentó en su dorso rayas rojas y rayas blancas correspondientes a las de su paltó, pero en sentido inverso; es decir, que los rayos atravesando al travez de las rayas blancas habian producido rayos de eritema solar, y las rojas de la ropa habian evitado este accidente.

El ojo es opaco para los rayos X, es decir este no hiere à la retina, por eso es que llamamos oscuridad à lo que es alumbrado por ellos; los otros rayos del espectro visible nos fotografían en la retina, como sobre una placa, los objetos que observamos con nuestra cámara oscura llamado ojo. Si despues que haya observado un objeto, matamos à un animal y estraemos el ojo, encontramos una imàgen del objeto grabado sobre la retina, por medio de un barniz púrpura que es superior à los placas, pues puede tomar fotografías con los colores naturales de los objetos. Una imàgen que fotografiamos en el ojo puede persistir algunos segundos pero hay otras que duran mas tiempo y que podemos à su vez imprimirlas en una placa. Los rayos X no entran al ojo, y si entran la retina no toma fotografías con ellos.

. . . .

En la tarea que nos ha encomendado su Señoria, ha cavido al Dr. Eduardo Sepùlveda la tarea de traducir cerca

de las tres cuartas partes de las obras alemanas que hemos consultado, asi como en acumular muchos de los datos que hemos tenido en vista. Al Dr. Eduardo Moore le ha correspondido la confección del informe y la traducción del resto de las obras que nos han servido.

Dios guarde á V. S.

Dr. Eduardo Moore.

Dr. Eduardo Sepúlveda L.

Tip. H. S. Hermann. Berlin